



TITLE:

# Modeling and Estimation of Selection Interests through Gaze Behavior( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Shimonishi, Kei

---

CITATION:

Shimonishi, Kei. Modeling and Estimation of Selection Interests through Gaze Behavior.  
京都大学, 2017, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2017-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20735>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2018-12-01に公開

( 続紙 1 )

|   |   |    |      |
|---|---|----|------|
| 京都大学  | 博士（情報学）   | 氏名 | 下西 慶 |
| 論文題目  | Modeling and Estimation of Selection Interests through Gaze Behavior<br>（注視行動を用いた選択興味のモデル化及び推定） |    |      |
| <p>（論文内容の要旨）</p> <p>複数の候補から対象を選択する状況において、人は選択目的に応じて評価基準を定め、その基準に従って各候補の属性を吟味し、対象の順位付けや選択を行う。特に、複数の評価基準が選択に関与する場合の意思決定は Multiple Criteria Decision Making (MCDM) と呼ばれるが、MCDMでは、たとえば低価格かつ高機能な商品といったように、すべての評価基準を同時に満たすことが通常は困難であるため、各評価基準の重要度を設定したうえで各候補が評価される。しかし、選択対象となる候補の評価基準に対する知識が十分ではない場合や、それらの重要度が漠然としている場合には、対象ドメインをよく知る相談相手の対話的な支援がしばしば有効である。本論文は、このような選択時の対話的意思決定支援（選択支援）をユーザの選択興味に基づいて行うシステムの実現を目指し、画面上に提示された複数候補から対象を選ぶ際のユーザの興味と注視行動のモデル化、および視線を利用した興味推定の枠組みを示すものであり、7章から構成されている。</p> <p>第1章では、MCDMの問題に対する分析手法の関連研究として、検討対象となる問題の構造化と評価基準の重要度計算を組織的に実行可能な階層分析法を概説している。さらに、対話的選択支援を実現するための構成要素、選択候補が提示されたコンテンツを閲覧時のユーザに現れる視線運動特徴、および注視行動の背後にある内的・外的要因を整理するとともに、視線に基づく興味推定の利点と課題を述べ、本論文の問題設定を提示している。</p> <p>第2章では、各候補（アイテム）には、持ち運びしやすい、健康によい、といったように、選択目的に応じてユーザが考慮しうる「アспект」が一般には複数存在し、それぞれ価格や重量といった属性値と関連付けて表現する考え方を提案している。一方でユーザの興味は、各アспектを重視する度合いで表現されるとし、選択時の評価基準としてこれらアспектが用いられるとしている。このとき、ユーザが重視するアспектを持つアイテムがより高い頻度で注視されると仮定し、興味を潜在変数、注視行動を観測とする確率的生成モデルを定式化することで、アспектの学習と興味推定を行う枠組みを示している。</p> <p>第3章では、アイテムの比較を行う際に、ユーザはアイテムの持つ属性の一部にのみ着目しており、さらにその着目属性が時間的に変化すると仮定して、観測された注視領域系列より着目属性の時間変化を抽出する Multi-Scale Exact Test (MSET) という手法を提案している。これは、短時間窓内で注視されたアイテムの持つ属性値の偏りを、マルチスケール解析の考え方により検出するものであり、各時間窓での属性値の偏りを有意性検定で検出する点、および窓サイズが短時間であることを考慮した正確検定が利用される点に特徴がある。MSETにより、選択目的と関連性の強い属性値が実際に抽出されることを、実験協力者より得られた視線計測データを用いて検証している。</p> <p>第4章では、2章で示した注視行動の確率的生成モデルを拡張し、3章で導入したMSETにより抽出した着目属性系列を学習時の入力データに用いることで、MSETを用いない場合に比べて互いに明確に分離可能なアспектを獲得できることを示している。シミュレーションおよび3章と同様の視線計測データのいずれにおいても、ユーザの選択目的に対応するアспектが学習できること、およびユーザに与えられたタスクを高い精度で推定できることを確認している。</p> <p>第5章では、興味という内的要因だけでなく、候補対象の画面上でのレイアウトと</p> |   |    |      |

いう外的要因にも影響されて注視行動が生起するような混合モデルへと2章のモデルを拡張し、実際の視線データによりあらかじめ学習を行うことで、新たに得られた視線データに対して、内的要因である興味を外的要因と分離して推定する手法を提案している。実際の視線データにより検証を行い、ユーザの注視領域や選択アイテムの予測精度が、提案する混合モデルを用いることで向上することを確認している。

第6章では、推定されたユーザの興味に基づいて対話的選択支援を行うシステムを実際に設計し、実装・評価を行っている。本システムは、3章のMSETにより検出された着目属性を、関連するアスペクト（評価基準）と共に提示する働きかけ機能、および推定されたアスペクトに基づく提示コンテンツの再配置機能を有する。これらの支援機能は、検討対象となるMCDMの構造をユーザが把握しやすくなるよう設計されており、協力者の行動実験および印象評価により、提案する対話支援の有効性を検証している。

第7章では、本論文の提案手法についてまとめるとともに、提案する手法の課題や拡張可能性、および対話的選択支援システムにおける展開方法について議論を行っている。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し

審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

候補群から対象を選択する際に、複数の評価基準が選択に関与する場合の意思決定では、各評価基準に設定した重要度に基づき各候補が総合的に評価される。しかし、選択候補の評価基準に対する知識が十分ではない場合や、それらの重要度が曖昧な場合には、選択候補対象をよく知る相談相手の対話的な支援がしばしば有効である。本論文は、このような対話的な意思決定支援（選択支援）をユーザの選択興味に基づいて行うシステムの実現を目指し、画面上に提示された複数候補から対象を選ぶ際のユーザの興味と注視行動のモデル化、および視線を利用した興味推定の枠組みを示すものであり、得られた成果は以下の通りである。

(1) 選択候補が提示されたコンテンツ閲覧時の人の視線から、その背後にある興味を推定する手法として、注視行動の確率的生成モデルを提案した。本モデルは、選択の各候補対象には属性に基づいて記述されるいくつかの「アスペクト」があるとし、閲覧・選択時の人の興味は、各アスペクトを重視する度合いで表現されるとする。このように表現された興味を潜在変数とし、興味に従って各時刻の着目属性、さらには注視領域が確率的に定まると仮定してモデルを定式化することで、視線情報から興味を推定する枠組みを提案した。

(2) 視線計測により人の注視対象を検出した際に、その対象が複数属性を持つ場合、どの属性に着目してその対象を注視したかまでは直接的には観測できない。そこで、短時間の時間窓内で注視された対象群において、有意に偏りを持つような属性値を、有意性のマルチスケール短時間解析により検出することで、時間的に変化する着目属性を推定する手法を提案した。推定された着目属性系列を用いて(1)の確率モデルを学習することで、選択時の評価基準と相関の高いアスペクトが獲得できることを、実験協力者より得られた視線データを用いて示した。

(3) 人の視線は、興味・関心といった内的要因だけでなく、提示対象の配置といったコンテンツ自体のデザインにも影響される。そこで、これら内外両要因により注視行動が生起するような混合モデルへと(1)のモデルを拡張し、実際の視線データによりあらかじめ学習を行うことで、内的要因である興味を推定する手法を提案するとともに、より高い精度で選択対象を予測できることを確認した。

(4) (2)により推定された着目属性に関連するアスペクト（評価基準）と共にユーザへ提示することで、対象とする意思決定問題の構造把握を支援するとともに、重視する度合いの高いアスペクトに従って提示対象の再配置を行いユーザの比較を支援する機能を有する対話的選択支援システムを構築し、協力者の行動実験および印象評価を通じて選択支援対話の有効性を検証した。

以上本論文は、対話的な選択支援システムを目指して、ユーザの視線情報から潜在的な興味を推定するための基盤手法を提案するとともに、実験を通じてその妥当性および有効性を示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成29年8月29日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。

更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降